УДК 519.878.5

Коломієць Л.В., докт. техн. наук, професор
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку, м. Одеса,
leonkolom61@gmail.com
Лимаренко О.М., канд. техн. наук, доцент
Національний університет «Одеська політехніка», a.m.limarenko@op.edu.ua

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ТЕЛЕСКОПІЧНОЇ СТРІЛИ АВТОМОБІЛЬНОГО КРАНУ

Процес проектування конструкцій підйомно-транспортних машин характеризується значною трудо- і науко- місткістю і неможливий без широкого використання САПР, заснованих на застосуванні комп'ютерів та програм призначених для створення, переробки і використання усієї необхідної інформації про властивості виробів та процесів супроводження.

Одним з найбільш важливих етапів проектування машин є етап побудови математичних моделей. Значущість його не лише в тому, що на цьому етапі формується концептуальний вигляд майбутнього виробу, але і в тому, що саме на етапі конструювання створюються математично точні геометричні моделі як окремих деталей, так і всієї конструкції.

Метою математичного моделювання є розрахунок металоконструкції крана при підвищеній вантажопідйомності та оцінка загальної міцності й прогинів. В якості прототипу крану вибрано автомобільний кран марки КС-557 КР на шасі КРАЗ - 65101, у якого виліт стріли та максимальна вантажопідйомність вищі, ніж у відомих моделей (рис. 1). Крім того, шасі КРАЗ - 65101 має високу прохідність, що дозволяє експлуатувати цей автокран по усіх видах доріг і місцевості.

Рис. 1 – Загальний вигляд автомобільного крану КС-557 КР

Аналітичні дослідження напруженого стану стріли і інших елементів металоконструкції крану, потребують постійного підтвердження натурними випробуваннями або чисельними експериментами, що дозволяє проводити їх подальше вдосконалення аж до завдань оптимізації.

Розрахунок телескопічної стріли та окремих її елементів виконується по величинам максимальних навантажень, що виникають при різних випадках навантаження і різних положеннях висувних секцій. На стрілу крана діє вага вантажу, власна вага стріли, зусилля у вантажному канаті, зусилля в гідроциліндрах підйому стріли та висунення стріли.

Скінчено-елементна модель стрілоподібної системи при куті нахилу до горизонту 22° (стріла складена) та результати дослідження напружено - деформованого стану системи наведені на рис. 2 - 4.

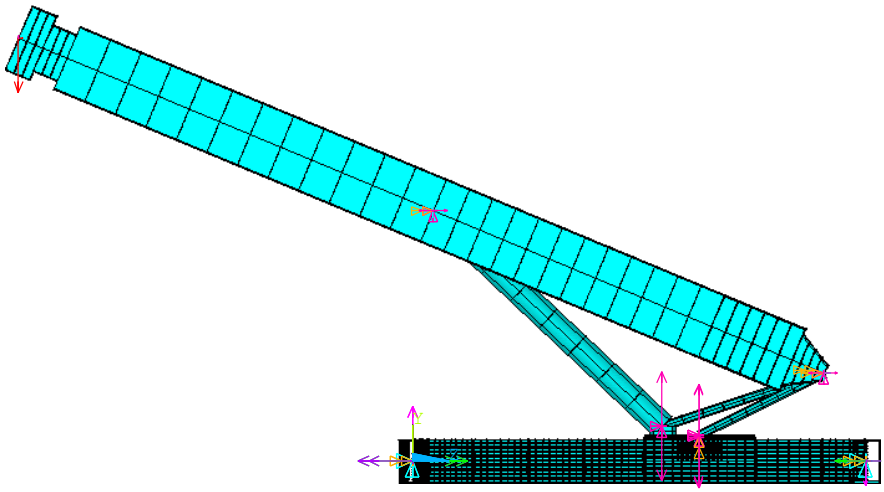

Рис. 2 – Скінчено-елементна модель стрілоподібної системи

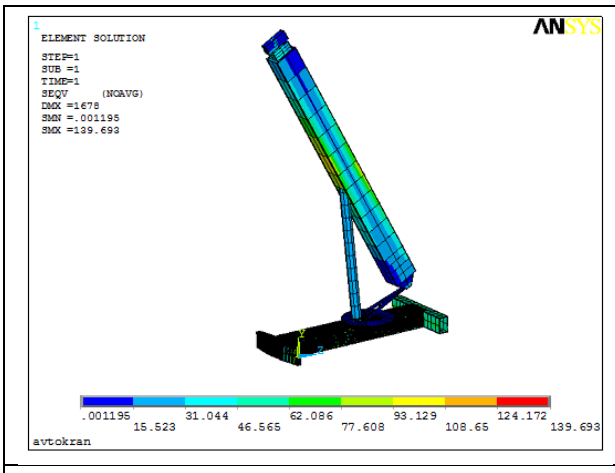

Рис. 3 – Еквівалентні напруження за гіпотезою Губера-Мізеса

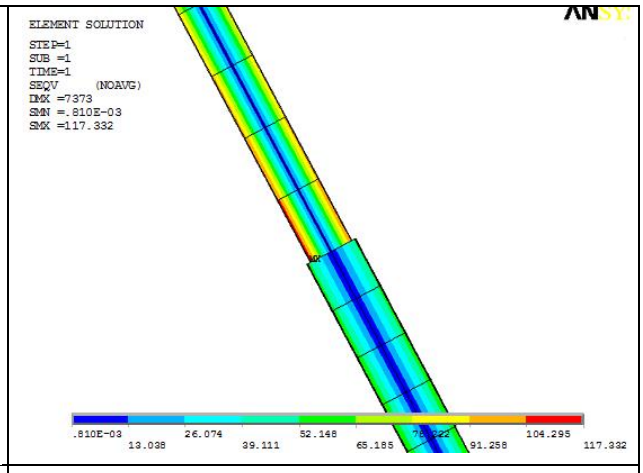

Рис. 4 – Поля напружень в стрілі

Результати статичного розрахунку системи наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати статичного розрахунку стрілоподібної системи

Вантаж, тон	Кут нахилу стріли до горизонту, ^{0}	Довжина стріли, м	Еквівалентні напруження, МПА	Коефіцієнт запасу	Еквівалентні переміщення, мм	Коефіцієнт запасу
30	62	9,7	139,7	1,68	62,8	3,2
11,3	62	25	117,3	2	288,84	1,73
17,9	50	9,7	123,4	1,9	94,1	2,1
5,4	50	25	111,6	2,1	187,4	2,7
10,0	22	9,7	94,1	2,5	128,66	1,55
2,3	22	25	82,5	2,85	239,7	2,1

На основі створеної моделі та проведених розрахунків із використанням методу скінченних елементів, який реалізовано в програмному комплексі ANSYS, виконано оптимізацію параметрів металоконструкції телескопічної стріли автомобільного крану моделі КС-557 КР. В розрахунковій схемі враховані різні умови закріплення та навантаження, які характерні для підйомно-транспортних машин. Розрахунки міцності та

жорсткості елементів металоконструкції телескопічної стріли показали, що напруження і деформації в шести розрахункових випадках не перевищують допустимих значень.

УДК 621.91

Тулупов В.І., канд. техн. наук, доцент
Онищук С.Г., канд. техн. наук, доцент
Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ,
wladimir.tulupov@gmail.com

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБІВ МАШИНОБУДУВАННЯ КОМБІНОВАНИМИ СПОСОБАМИ ОБРОБКИ

Одним з головних завдань машинобудівної галузі є забезпечення випуску продукції відповідної якості в задані терміни. Вирішення цього завдання дозволить забезпечити використання виробів протягом їх життєвого циклу. Одним з визначальних чинників є етап виробництва, на якому формуються показники якості виробу.

Використання комбінованих способів обробки дозволяє отримати на поверхні деталі зміцнений шар, що суттєво покращує експлуатаційні властивості та збільшує життєвий цикл [1, 2].

Одним з перспективних методів комбінованої обробки поверхонь деталей машин є нанесення покриття оксиду алюмінію Al_2O_3. Особливістю цього методу є окислення оксиду хрому для синтезу оксиду алюмінію за реакцією $Cr_2O_3 + 2Al = 2Cr + Al_2O_3$.

Головною умовою початку алюмотермічного відновлення Cr_2O_3 є температура понад 1400 ^oC [3]. Найменші витрати енергії (питомі витрати енергії) спостерігаються при використанні електричних джерел тепла (менше 1 Дж/см^3), а найбільші – при використанні плазмово-механічних (4,5 Дж/см^3) та лазерно-механічних джерел тепла (більше 6,5 Дж/см^3). Як джерело живлення використовується імпульсний електричний струм.

Для визначення необхідної сили імпульсного струму, необхідної для початку алюмотермічного відновлення, було використано програмний комплекс *ANSYS* модуль Workbench. Результати моделювання свідчать, що для забезпечення процесу алюмотермії сила електричного струму I = 128 А.

Авторами проведені експериментальні дослідження зносостійкості деталей зі сталі 40ХН після алюмотермії з використанням методу «штучних баз», що дозволяє визначити лінійне зношення поверхні деталей. Випробування на устаткуванні за методикою випробувань на машині тертя виконувалось за схемою «диск-колодка». Результати досліджень свідчать про те, що зносостійкість збільшується в 2. Інтенсивність зношення поверхні зменшується – в 1,8 рази.

Використання алюмотермічного зміцнення в технологічному процесі дозволяє виключити термічну та круглошліфувальну операції, що зменшує трудомісткість та собівартість виготовлення виробів з забезпеченням їх життєвого циклу на етапі виробництва.

Список посилань

1. Тулупов В.І., Онищук С.Г. Забезпечення життєвого циклу виробів машинобудування комбінованими технологічними методами // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XXI міжнародної науково-технічної конференції, 20-22 червня 2023 р. /за заг.ред. Ковальова В.Д. – Краматорськ, Тернопіль, 2023. – С. 118-119.

2. Фесенко А.Г., Бечке К.В., Манжаліївський С.В. Методи поверхневого зміцнення у процесі виготовлення деталей машин : навч. посібник. Дніпро: РВВ ДНУ, 2015. 104 с.

3. Сівак О.А. Особливості утворення тугоплавких фаз в системі Al-Cr_2O_3-B_2O_3 / О.А. Сівак, М.І. Чередник, І.М. Тоцький, О.Ю. Попов, В.А. Макара // Фізика і хімія твердого тіла. – Т. 15. – №4. – 2014. – С. 780-783.